

УРАНОНОСНОСТЬ ПОРОД БЕЛОРУССКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

Региональные геохимические и радиогеохимические исследования показывают, что породы Белорусского кристаллического массива (БКМ) характеризуются неравномерным распределением урана - от низких фоновых концентраций до высоких, превышающих кларковые содержания до 2-х и более раз.

Анализируя распределение урана в породах различных формаций от архея до верхнего протерозоя, прослеживая его эволюцию от метаморфических образований к ультраметаморфическим и далее, участие его в гидротермально-метасоматических процессах, можно отметить ряд особенностей.

Метаморфические образования архея БКМ, представленные двупироксеновыми, роговообманково-пироксеновыми, биотит-роговообманковыми гнейсами, амфиболитами неманской серии, характеризуются выдержанными, вероятно, изначально пониженными содержаниями урана и тория на больших площадях. Среднее содержание урана в них колеблется от $0,1 \times 10^{-4} \%$ до $1,2 \times 10^{-4} \%$ и тория - от $1,4 \times 10^{-4} \%$ до $11 \times 10^{-4} \%$.

Породы неманской серии являются высокометаморфизованными образованиями, соответствующими гранулитовой и высокотемпературной амфиболитовой ступеням метаморфизма, при которых накопленный уран в осадочных породах архея мог почти полностью быть извлечен метаморфогенными растворами. Как отмечалось выше, рядом исследователей вполне убедительно доказывается, что в качестве исходного материала для метаморфических пород неманской серии являлись продукты основного вулканизма спилит-диабазовой формации, характеризующиеся изначально низким содержанием урана. При этом сингенетической специализацией на уран метаморфические породы неманской серии не обладали и не могли служить источником урана при последующих наложенных рудоподготовительных процессах.

В отличие от пород неманской серии метаморфические образования околоской серии относятся к комплексам пород, первично обогащенных ураном. В составе этой серии больший удельный вес занимают метаморфизованные терригенно-осадочные образования, в т.ч. грубообломочные, в которых происходило сингенетическое накопление урана.

Околоская серия представлена перемежающейся толщей метадацитов и metabазальтов – амфиболитов, роговообманково-биотитовых и биотитовых плагиогнейсов, метаалевролитов и метапесчаников – двуслюдяных и биотитовых, кварцсодержащих гнейсов, филлитов, единичных пластов метаконгломератов и силикатно-магнетитовых кварцитов, метаморфизованных не выше амфиболитовой ступени метаморфизма. Содержание урана в породах околоской серии варьирует от $0,9 \times 10^{-4}$ до $2,6 \times 10^{-4} \%$, а в отдельных разностях достигает $3,5-4,1 \times 10^{-4} \%$ при низких концентрациях тория от $1,5 \times 10^{-4}$ до $10 \times 10^{-4} \%$. Причем, наиболее высокие концентрации урана характерны для метаосадочных терригенных пород (филлитов и метапесчаников), формирование которых, подобно породам нижней свиты криворожской серии Украинского кристаллического щита, сопровождалось накоплением урана.

Таким образом, первое значительное сингенетическое накопление урана на БКМ началось в нижнем протерозое в процессе формирования околоской серии, которое предопределило в дальнейшем появление специализированных на уран блоков пород.

Ультраметаморфические образования на БКМ, представленные породами слонимского, голеновского и полонского комплексов, характеризуются неоднородным в целом по комплексам распределением радиоактивных элементов.

Ультраметаморфические образования слонимского комплекса – чарнокиты и энтербиты и голеновского – граниты и мигматиты отличаются крайне низкими концентрациями радиоактивных элементов: содержание урана $0,1-3 \times 10^{-4} \%$, редко больше. Лишь в эпигенетически измененных их разностях отмечается более высокие концентрации; для тория во всех случаях она не превышает $7,1 \times 10^{-4} \%$.

Совершенно иной характер распределения радиоактивных элементов в ультраметаморфических породах полонского комплекса, сформированных в процессе нижнепротерозойской активизации и имеющих самое широкое распространение по площади БКМ. Породы полонского комплекса в сравнении с породами голеновского и слонимского комплексов архея значительно обогащены как ураном, так и торием с нарастающим эффектом, начиная от мигматитов и кончая пегматитами. В диоритах и мигматитах содержание радиоактивных элементов имеет близкие значения: урана – от $2,1 \times 10^{-4}$ до $3,0 \times 10^{-4}$ % и в мигматитах Гродненской подзоны – $3,4 \times 10^{-4}$ %, тория – от $7,0 \times 10^{-4}$ до $16,5 \times 10^{-4}$ %. Граниты по содержанию радиоактивных элементов неоднородны. Одни массивы гранитов имеют отчетливую геохимическую специализацию на радиоактивные элементы, содержание урана в них от $3,5 \times 10^{-4}$ до $5,4 \times 10^{-4}$ % и превышает кларк для кислых пород, при содержании тория от 16,0 до $30,6 \times 10^{-4}$ %, при этом граниты Бобовнянского массива имеют урановую природу специализации. В других массивах содержание урана не превышает кларк и колеблется от 1,2 до 2,0 и тория - от 11,2 до $21,1 \times 10^{-4}$ % (Выгоновский, Ново-Ельнинский, Ошмянский, Жуховичский, Гресский массивы) при сравнительно высоком содержании щелочей и соотношений K_2O/Na_2O более 1,2. Подобный характер распределения урана и щелочей – пониженное содержание урана при высоком соотношении калия к натрию и их сумме характерен для крупного массива новоукраинских гранитов на Украинском щите, вокруг которого сосредоточены все основные месторождения урана.

Характер распределения радиоактивных элементов в ультраметаморфических образованиях БКМ показывает, что ультраметаморфизм, приведший к формированию пород полонского комплекса, относится к категории основных рудоподготовительных процессов, обусловивших дифференциацию радиоактивных элементов в БКМ.

К магматическим образованиям на БКМ отнесены габбро, габбронориты, которых насчитывается от архея до протерозоя пять разновозрастных комплексов, и граниты мостовского комплекса верхнепротерозойской автономной тектономагматической активизации.

Содержание радиоактивных элементов в неизмененных габбро, габбро-норитах всех возрастных эпох низкое и составляет для урана – $0,4 \times 10^{-4}$ % и тория – 3×10^{-4} – $7,5 \times 10^{-4}$ %.

Высоким уровнем содержания радиоактивных элементов отличаются граниты мостовского комплекса. Они имеют выраженную тенденцию к ураново-ториевой специализации (табл. 1).

Таблица 1 Содержание радиоактивных элементов в гранитах Мостовского комплекса

Порода, массив	Кол-во проб	Содержание радиоактивных элементов $n \times 10^{-4}$ %				
		уран	V, %	тория	V, %	торий/уран
Граниты Мостовского массива	9	3,9	41	41,3	63	10,6
Граниты Выгодского массива	5	3,0	23	64,8	17	8,1
Граниты Октябрьского массива	16	6,0	53	62,7	42	8,3

Т.е. в процессе автономной тектономагматической активизации продолжается процесс перераспределения радиоактивных элементов с несколько иным, чем в раннем протерозое, профилем дифференциации.

Гидротермально-метасоматические процессы, проявленные на БКМ, парагенетически связываются с раннепротерозойской и позднепротерозойской эпохами активизации. Процессы метасоматоза здесь в одних случаях создавали предпосылки для выноса урана и тория, в других наоборот происходила их концентрация. К процессам, обуславливавшим значительный вынос урана и тория, относятся: окварцевание и пренизация, при которых, за небольшим исключением, выносилась большая часть рудогенных элементов, в том числе и радиоактивных.

С процессом калиевого и натриевого метасоматоза происходил привнос урана и лишь отчасти тория. Привнос урана установлен в альбититах и альбитизированных породах. В флогопитовых альбитолитах Глинянской зоны содержание урана $4,5 \times 10^{-4} \%$ и тория $13 \times 10^{-4} \%$. В Аталезской зоне концентрации урана $5,3 \times 10^{-4} \%$, тория – $17 \times 10^{-4} \%$. В скарнах и скарноидах Слуцкой подзоны также отмечаются повышенные содержания урана и тория.

Таким образом, поведения урана и тория в породах БКМ отражают постепенное усиление (по времени) факторов, способствующих дифференциации урана в различных блоках и тектонических структурах, в пределах которых возможны выявления урановых месторождений.

Анализ характера распределения радиоактивных аномалий в породах БКМ позволяет выделить здесь две эпохи миграции и концентрации урана - раннепротерозойскую и верхнепротерозойскую.